

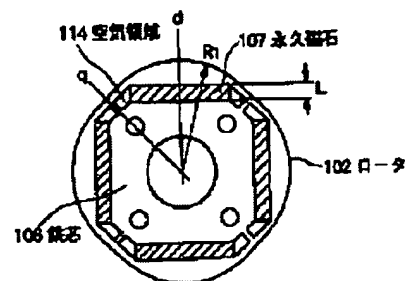
# MAGNET MOTOR

**Patent number:** JP2001069701  
**Publication date:** 2001-03-16  
**Inventor:** AKEDA ATSUSHI; MACHIDA HIROSHI; HATTORI MAKOTO; HOSHINO AKIHIRO; ISOBE SHINICHI; KANIE TETSUO  
**Applicant:** MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.  
**Classification:**  
- international: H02K1/27  
- european:  
**Application number:** JP19990243200 19990830  
**Priority number(s):** JP19990243200 19990830

Report a data error here

## Abstract of JP2001069701

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress the induction of torque ripples in order to narrow the width of the torque ripple and to control the occurrence of vibration and noise, by forming the cross sectional shape of the outside circumference of a rotor in a sinusoidal waveform by making the radius of the rotor smallest at the positions of the ends of magnetic poles and largest at the positions of their central parts. **SOLUTION:** A plurality of flat-plane permanent magnets 107 are embedded near the surface of the outside circumference of a rotor 102. Also, air ranges 114 for preventing the short-circuit of magnetic paths are drilled in an iron core 106 between both ends of the magnetic poles of the permanent magnets 107, by cutting out a part of the iron core 106 which exists at the positions by the width corresponding to the thickness of the permanent magnet 117. Then, the shape of the outside circumference of the rotor 102 is set in a sinusoidal waveform, in the range from q-axis between each of the neighboring ends to the same q-axis in the opposite ends of the magnetic poles in the outside circumference of one magnetic pole of each permanent magnet 107, by making the radius of the rotor smallest at the positions of the q-axis and largest at that of d-axis that corresponds to the central position of the magnetic poles.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-69701

(P2001-69701A)

(43) 公開日 平成13年3月16日 (2001.3.16)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 2 K 1/27	5 0 1	H 0 2 K 1/27	5 0 1 M 5 H 6 2 2
			5 0 1 A
			5 0 1 K

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-243200

(22) 出願日 平成11年8月30日 (1999.8.30)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 明田 淳

愛知県西春日井郡西枇杷島町旭町3丁目1

番地 三菱重工業株式会社エアコン製作所  
内

(72) 発明者 町田 博史

愛知県西春日井郡西枇杷島町旭町3丁目1

番地 三菱重工業株式会社エアコン製作所  
内

(74) 代理人 100069246

弁理士 石川 新 (外1名)

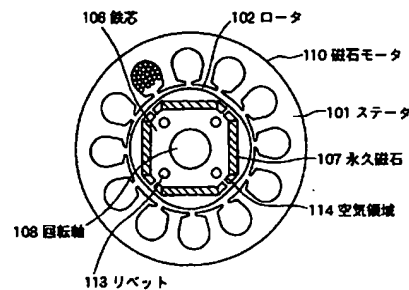
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁石モータ

(57) 【要約】

【課題】 密閉形圧縮機に使用する磁石モータにおいて、トルク脈動の誘発を抑制してトルク脈動幅を小さくし、振動及び騒音の発生を抑制を図る様にしたものを提供することを課題とする。

【解決手段】 薄肉の磁性鋼板を多数積層して形成した鉄芯の周方向に、所定の間隔を隔てて複数の永久磁石を埋設し、鉄芯の中心に固定軸を貫通固定して構成した磁石モータのロータにおいて、周方向で隣り合う永久磁石の磁極端部間に介在する鉄芯の一部に磁路短絡防止用の空気領域を穿設し、ロータの断面における外周形状を、ロータの半径が前記磁極端部の位置で最小となり、かつ磁極中心部の位置で最大となるように正弦波変化させることにより、トルク脈動幅を小さくし、振動及び騒音の発生を抑制することが出来た。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄肉の磁性鋼板を多数積層して鉄芯を形成し、この鉄芯の周方向に所定の間隔を隔てて複数の永久磁石を、その磁極が周方向に向かうように配置して埋設し、鉄芯の中心に固定軸を貫通固定してなるロータを有する磁石モータにおいて、周方向で隣り合う永久磁石の磁極端部間に介在する鉄芯の一部に磁路短絡防止用の空気領域を穿設すると共に、ロータの断面における外周形状を、ロータの半径が前記磁極端部の位置で最小となり、磁極中心部の位置で最大となるように正弦波変化させて形成したことを特徴とする磁石モータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は密閉形圧縮機に使用する磁石モータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の密閉形圧縮機の磁石モータの概要について、図6、及び図7に基づいて説明する。図6は従来の密閉形圧縮機の磁石モータを説明し、(a)は(b)のA-A線に沿った縦断面、(b)は(a)のB-B線に沿った縦断面を示し、図7は図6の磁石モータの中心に配置された従来のロータの横断面を示している。

【0003】 すなわち、10は磁石モータで、2つの主要部分であるステータ1とロータ2とから構成されている。

【0004】 ここでステータ1は、薄肉の磁性鋼板を多数積層してなる円筒状コア3に、その周方向に所定の間隔を隔てて設けられた複数のスロット4を通して、多数の電線5を巻き付けることによって構成されている。

【0005】 他方、ロータ2は、薄肉の磁性鋼板を多数積層して円筒形状をなした鉄芯6と、該鉄芯6の周方向に所定の間隔を隔てて配置され、その磁極が周方向に向かい、かつ製造上許す限りロータ2の外表面に近く埋設されている複数の(本図に示すものでは4個)の永久磁石7を有し、該鉄芯6の中心には回転軸8が貫通固定されている。

【0006】 そして前記ロータ2の上端には上端板11、下端には下端板12が配設され、この上端板11及び下端板12の間に配置された鉄芯6、永久磁石7と共にリベット13により一体的に固着締結してロータ2が構成されている。

【0007】 なお、前記した構造の永久磁石7の配置においては、隣り合う永久磁石7の両端に形成される鉄芯6部分の存在によって、永久磁石7による磁束がロータ2内で磁気回路を形成する磁路短絡構造となるのを防止するため、永久磁石7の両磁極端部間には、この位置に介在する鉄芯6の一部を切欠き、該永久磁石7の厚さしと略同じ幅で、かつロータ2の外周に沿った形状の空気領域14が設けられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記の様に構成された従来のロータ2においては、ロータ2の外周寄りで隣り合う永久磁石の磁極端部間に形成した空気領域14を設けることによって、ロータ2の永久磁石の磁極中心部を通るd軸及び隣り合う永久磁石の磁極端部間を通るq軸における磁束の偏りは少なくなるが、図4、及び図5中に黒丸点をプロットした「R(円形状)」のデータを含めて示す様に、永久磁石7によるギャップ磁束密度分布が矩形(図4参照)となつて多くの空間高調波の高次成分にトルク脈動を誘発し、また、平均発生トルクに対して最大トルク脈動幅が大きくなり(図5参照)、振動及び騒音が発生するという不具合があった。

【0009】 本発明は、このような従来の磁石モータのロータにおける不具合を解消し、トルク脈動の誘発を抑制してトルク脈動幅を小さくし、振動及び騒音の発生を抑制を図る様にした磁石モータを提供することを課題とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明は前記した課題を解決すべくなされたもので、薄肉の磁性鋼板を多数積層して鉄芯を形成し、この鉄芯の周方向に所定の間隔を隔てて複数の永久磁石を、その磁極が周方向に向かうように配置して埋設し、鉄芯の中心に固定軸を貫通固定してなるロータを有する磁石モータにおいて、周方向で隣り合う永久磁石の磁極端部間に介在する鉄芯の一部に磁路短絡防止用の空気領域を穿設すると共に、ロータの断面における外周形状を、ロータの半径が前記磁極端部の位置で最小となり、磁極中心部の位置で最大となるように正弦波変化させて形成した磁石モータを提供するものである。

【0011】 すなわち本発明によれば、ロータの半径を磁極端部の位置と磁極中心部の位置で異ならせ、前者の位置を最小、後者の位置を最大としてこの間で正弦波変化させることにより、トルク脈動の誘発を抑制してトルク脈動幅を小さくし、振動及び騒音の発生を抑制する様にしたものである。

【0012】

【発明の実施の形態】 本発明の実施の一形態について図1乃至図5に基づいて説明する。図1は本実施の形態における磁石モータの横断面図、図2、及び図3はロータの横断面図で、説明の便宜上ロータの形状に一定の差を与えたものを示し、図2は磁極中心のロータ外周曲率小の場合、図3は磁極中心のロータ外周曲率大の場合を示し、図4はロータ電気角に対するギャップ磁束密度分布、図5はロータ位置に対するモータ発生トルクを示す説明図である。

【0013】 本実施の形態においては、ステータ101とロータ102を主要部分として構成される磁石モータ

(3) 開2001-69701 (P2001-6D) 磁石

110において、ステータ101は前記した従来のものと同一であるので説明を省略し、ロータ102について説明する。

【0014】すなわち、ロータ102は薄肉の磁性鋼板が多数積層して鉄芯106を形成し、同鉄芯106の中心には回転軸108が貫通固定され、他方、鉄芯106の周囲には、周方向に所定の間隔を隔てて配置されてその磁極が周方向に向かい、かつ許す限りロータ102の外周表面近くに複数個（ここでは4個）の平板形状の永久磁石107が埋設され、リベット113で一体的に固着締結されている。

【0015】又、該永久磁石107の両磁極部間の鉄芯106には、永久磁石107の厚さに相当する幅でここに介在する鉄芯106の一部を切り欠いて磁路短絡防止用の空気領域114が穿設されている。

【0016】そしてロータ102の外周形状は、各永久磁石107一極の磁極外周において、隣接する磁極部

$$R_1 = (AL/2) + L/2 \sin \theta \quad (\text{図2の場合}) ;$$

$$R_2 = (AL) + L \sin \theta \quad (\text{図3の場合}) ;$$

ここで  $R_1$ 、 $R_2$  : ロータ102の変化する半径 ;

A : d軸でのロータ102の半径 ( $R_1 = R_2$ ) ;

L : 永久磁石107の厚さ ;

$\theta$  : 電気角 ( $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ ) ;

q軸からd軸まで変化する半径を $R_1$ 、 $R_2$ の何れの場合でも、ロータ102の外周形状が、各永久磁石107一極の磁極外周において、磁極部（q軸）から逆の磁極部（q軸）までの間、ロータ102の半径がq軸で最小となり、磁極中心（d軸）で最大となるように正弦波変化する形状に設定されているので、ロータ102と円筒内面を有するステータ101にて形成されるエアギャップは正弦波状に変化する。

【0019】そして図4、及び図5において黒三角でプロットした「 $R_1$ （曲率小）」及び白抜き四角でプロットした「 $R_2$ （曲率大）」で示す様に、ギャップ磁束密度分布、及びトルク脈動は前記従来の技術として説明した「R（円形状）」で示すものに比べて抑制された小幅のものとなる。

【0020】また、図2で示した変化する半径を $R_1$ とするものは、前記した様に永久磁石107厚さの1/2枚分の変化で、これを1枚分変化させた図3における変化する半径を $R_2$ としたものに比べ、前者は後者より曲率半径が大きいので $R_1$ を曲率小とし、 $R_2$ を曲率大としており、 $R_1$ と $R_2$ の比較では $R_2$ の方が $R_1$ より、一層抑制された小幅のものとなる。

【0021】これはすなわち、d軸部ロータ102外周の曲率の大小は、q軸とd軸のロータ102半径の差の大小によって選択できることを示している。

【0022】かくして本実施の形態によれば、ロータ102外周の曲率が大きくなるにつれ、ギャップ磁束密度

相互の間のq軸から逆の磁極部における同様のq軸までの間において、ロータ102の半径がq軸の位置で最小となり、他方、磁極中心の位置に当たるd軸の位置で最大となるように正弦波変化する形状に設定されている。

【0017】この様に構成された本実施の形態において、前記正弦波変化する形状の程度に差をつけたものとして、いま、ロータ102の半径がq軸での半径とd軸での半径の差が永久磁石107の厚さLの1/2枚分の断面形状となるものを図2に示してその場合のq軸からd軸まで変化する半径を $R_1$ とし、また、永久磁石107の厚さLの1枚分の断面形状となるものを図3に示してその場合のq軸からd軸まで変化する半径を $R_2$ とすれば、それぞれの場合におけるロータ102の半径は次の式で設定される。

【0018】

分布は矩形波から正弦波に近づく（図4参照）、発生トルクに対する最大トルク脈動が小さくなる（図5参照）ので、振動及び騒音を効果的に低減することが出来たものである。

【0023】以上、本発明を図示の実施の形態について説明したが、本発明はかかる実施の形態に限定されず、本発明の範囲内でその具体的構造に種々の変更を加えてよいことはいうまでもない。

【0024】

【発明の効果】以上、本発明によれば、薄肉の磁性鋼板を多数積層して鉄芯を形成し、この鉄芯の周方向に所定の間隔を隔てて複数の永久磁石を、その磁極が周方向に向かうように配置して埋設し、鉄芯の中心に固定軸を貫通固定してなるロータを有する磁石モータにおいて、周方向で隣合う永久磁石の磁極部間に介在する鉄芯の一部に磁路短絡防止用の空気領域を穿設すると共に、ロータの断面における外周形状を、ロータの半径が前記磁極部位置で最小となり、磁極中心部の位置で最大となるように正弦波変化する形状で形成し磁石モータを構成しているため、ロータの半径を磁極部位置と磁極中心部の位置で異ならせ、前者の位置を最小、後者の位置を最大としてこの間で正弦波変化する事により、トルク脈動の誘発を抑制してトルク脈動幅を小さくし、振動及び騒音の発生を抑制させて、好適な磁石モータを得ることが出来たものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に係る磁石モータの横断面図である。

【図2】図1の磁石モータに組み入れるロータの一例を示す横断面図である。

【図3】図1の磁石モータに組み入れるロータの他の例

を示す横断面図である。

【図4】ロータ電気角に対するギャップ磁束密度分布を説明する説明図である。

【図5】ロータ位置に対するモータ発生トルクを示す説明図である。

【図6】従来の磁石モータを示し、(a)は(b)のA-A線に沿った縦断面図、(b)は(a)のB-B線に沿った縦断面図である。

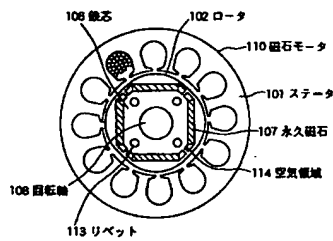
【図7】図6の磁石モータに組み入れるロータを示す横断面図である。

【符号の説明】

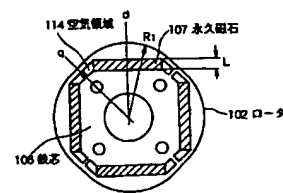
- 1 ステータ
- 2 ロータ
- 3 円筒状コア
- 4 スロット
- 5 電線

- 6 鉄芯
- 7 永久磁石
- 8 回転軸
- 10 磁石モータ
- 11 上端板
- 12 下端板
- 13 リベット
- 14 空気領域
- 101 ステータ
- 102 ロータ
- 106 鉄芯
- 107 永久磁石
- 108 回転軸
- 110 磁石モータ
- 113 リベット
- 114 空気領域

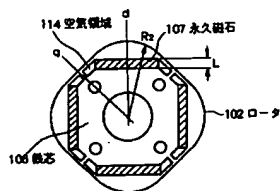
【図1】



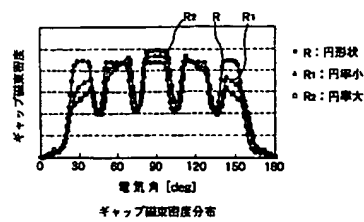
【図2】



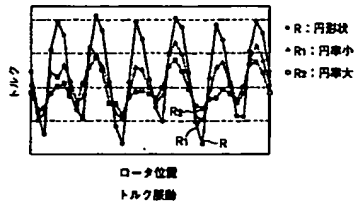
【図3】



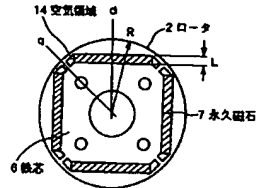
【図4】



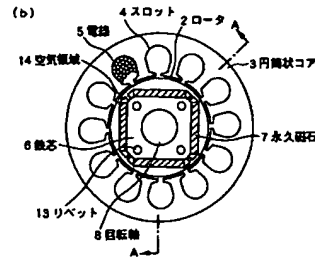
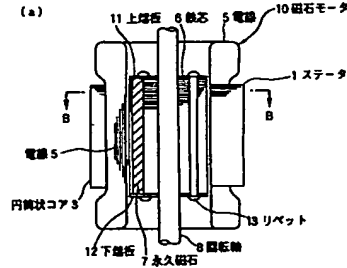
【図5】



【図7】



【図6】



## 【手続補正書】

【提出日】平成12年2月10日(2000. 2. 10)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】この様に構成された本実施の形態において、前記正弦波変化する形状の程度に差をつけたものとして、いま、ロータ102の半径がq軸での半径とd軸での半径の差が永久磁石107の厚さLの1/2枚分の断面形状となるものを図2に示してその場合のq軸から

$$R_1 = \left( \frac{A-L}{2} \right) + L/2 \sin \theta \quad (\text{図2の場合}) ;$$

$$R_2 = (A-L) + L \sin \theta \quad (\text{図3の場合}) ;$$

ここで  $R_1$ 、 $R_2$  : ロータ102の変化する半径 ;

A : d軸でのロータ102の半径 ( $R_1 = R_2$ ) ;

L : 永久磁石107の厚さ ;

$\theta$  : 電気角 ( $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ ) ;

q軸からd軸まで変化する半径を $R_1$ 、 $R_2$ の何れの場合でも、ロータ102の外周形状が、各永久磁石107

d軸まで変化する半径を $R_1$ とし、また、永久磁石107の厚さLの1枚分の断面形状となるものを図3に示してその場合のq軸からd軸まで変化する半径を $R_2$ とすれば、それぞれの場合におけるロータ102の半径は次の式で設定される。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】

一極の磁極外周において、磁極端部(q軸)から逆の磁極端部(d軸)までの間、ロータ102の半径がq軸で最小となり、磁極中心(d軸)で最大となるように正弦波変化する形状に設定されているので、ロータ102と円筒内面を有するステータ101にて形成されるエアギャップは正弦波状に変化する。

(6) 開2001-69701(P2001-63A)

フロントページの続き

(72)発明者 服部 誠

愛知県西春日井郡西枇杷島町旭町3丁目1  
番地 三菱重工業株式会社エアコン製作所  
内

(72)発明者 星野 昭広

名古屋市中村区岩塚町字高道1番地 三菱  
重工業株式会社名古屋機器製作所内

(72)発明者 磯部 真一

名古屋市中村区岩塚町字高道1番地 三菱  
重工業株式会社名古屋機器製作所内

(72)発明者 蟹江 徹雄

名古屋市中村区岩塚町字高道1番地 三菱  
重工業株式会社名古屋研究所内

Fターム(参考) 5H622 AA03 CA02 CA07 CA13 CB05  
CB06 PP10 PP11 PP14 PP16